

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 249 511 A1

(2)

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
16.10.2002 Patentblatt 2002/42

(51) Int Cl.7: C22C 33/02, C22C 38/22,  
C22C 38/30

(21) Anmeldenummer: 01890331.0

(22) Anmelddatum: 05.12.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR

Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 11.04.2001 AT 5862001

(71) Anmelder: BÖHLER Edelstahl GmbH  
A-8605 Kapfenberg (AT)

(72) Erfinder:

- Maili, Ingrid  
8600 Bruck/Mur (AT)

- Rabitsch, Roland  
9870 Schladming (AT)
- Liebfahrt, Werner  
8605 Kapfenberg (AT)

(74) Vertreter: Wildhack, Helmut, Dipl.-Ing. Dr.  
Patentanwälte  
Dipl.-Ing. Dr. Helmut Wildhack  
Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Jellinek  
Landstrasser Hauptstrasse 50  
1030 Wien (AT)

## (54) PM-Schnellarbeitsstahl mit hoher Warmfestigkeit

(57) Die Erfindung betrifft einen pulvermetallurgisch hergestellten Schnellarbeitsstahlgegenstand, vorzugsweise ein Schneidwerkzeug zur Hochgeschwindigkeitsabspannung von insbesondere Leichtmetallen und Leichtmetallelegierungen.

Zur Erhöhung der Warmfestigkeit und Zähigkeit sowie zur Senkung des Verschleißes, insbesondere von Schneidwerkzeugen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß ein PM- Gegenstand einen hohen Reinheitsgrad entsprechend einem Wert K0 von höchstens 3 gemäß Prüfung nach DIN 50 602 aufweist und folgende chemische Zusammensetzung in Gew.-%

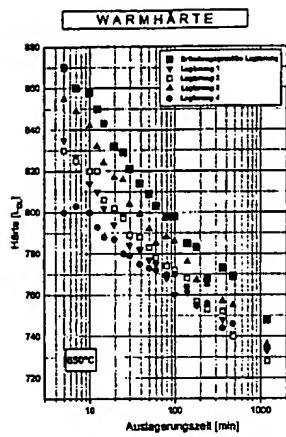
(fortgesetzt)

S		bis 0,52
N		bis 0,2
O		max 100 ppm

mit einem Wert: Mangan minus Schwefel ( Mn -S) von mindestens 0,19, Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente als Rest, mit der Maßgabe besitzt, daß das Verhältnis der Konzentrationen von Wolfram zu Molybdän zwischen 5,2 und 6,5 liegt und daß der Gehalt an Kobalt höchstens 70 % des Werte von Wolfram + Molybdän beträgt.

C	1,51	bis 2,5
Si		bis 0,8
Mn		bis 1,5
Cr	3,5	bis 4,5
W	13,3	bis 15,3
Mo	2,0	bis 3,0
V	4,5	bis 6,9
Co	10,05	bis 12,0

## EP 1 249 511 A1



## EP 1 249 511 A1

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schnellarbeitsstahlgegenstand mit hoher Warmfestigkeit und Zähigkeit, der pulvermetallurgisch durch Zerteilung eines flüssigen Metallstromes einer Legierung mit Stickstoff zu Metallpulver und Kompaktieren des Pulvers bei hoher Temperatur unter allseitigem Druck hergestellt und gegebenenfalls warmverformt ist.

5 [0002] Hochleistungsschnellstähle umfassen Legierungen mit etwa 0,8 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff, 14 bis 18 Gew.-% Wolfram, etwa 4,5 Gew.-% Chrom, bis zu 2 Gew.-% Molybdän, mindestens 1,2 bis 1,5 Gew.-% Molybdän, mindestens 1,2 bis 1,5 Gew.-% Vanadin sowie 3 bis 20 Gew.-% Kobalt, Rest Eisen. Die Ursache für die mit diesen Schnellarbeitsstählen erreichbare hohe Leistung liegt im Zusammenwirken der stark karbidbildenden Elemente Vanadin, Wolfram, Molybdän und Chrom und dem über die Grundmasse bzw. die Matrix wirkenden Element Kobalt. Neben Wolfram und Molybdän ist insbesondere Vanadin geeignet, der Legierung eine hohe Anlaßbeständigkeit bis zu einer Temperatur von etwa 600°C zu vermitteln. Bei gleichzeitig hohem Kohlenstoff- und hohem Vanadingehalt werden auch eine große Menge von Vanadinkarben gebildet, durch welche eine besondere Verschleißfestigkeit des Werkstoffes bewirkt wird.

10 15 Insbesondere Schlichtwerkzeuge werden deshalb mit Schnellstählen, die einen erhöhten Kohlenstoff- und Vanadin gehalt aufweisen, gefertigt. Schmelzmetallurgisch bzw. schmelztechnisch mit einer Erstarrung in Gießformen erschließt jedoch mit einer Legierung mit der chemischen Zusammensetzung in Gew.-% 1,3 bis 1,5 C, etwa 13% W, 4 % Cr, 1% Mo, 8 bis 12 % Co und etwa 4,5 % V, Rest Eisen die wirtschaftliche Herstellbarkeit erreicht zu sein, wobei schon dieser Werkstoff des hohen Karbidgehaltes und der Erstarrungsstruktur wegen erschwert und mit abgesenkt enger Schmiedeterminatur zu verformen ist und nur geringe Zähigkeitswerte, insbesondere geringe Schlagbiegezähigkeit im thermisch vergüteten Zustand, aufweist.

20 25 [0003] Um einerseits den Kohlenstoffgehalt und die Konzentration der karbidbildenden Elemente im Hinblick auf eine Steigerung des Karbidanteiles und somit die Verschleißbeständigkeit des Werkstoffes weiter erhöhen zu können, andererseits jedoch eine ausreichende Verarbeitbarkeit und Homogenität des daraus gefertigten Gegenandes zu erreichen, ist eine pulvermetallurgische Herstellung derartig legierter Teile vorteilhaft.

[0004] Eine pulvermetallurgische Herstellung beinhaltet im wesentlichen ein Verdünnen einer Stahlschmelze zu Metallpulver, ein Einbringen und Verdichten des Metallpulvers in eine Kapsel, ein Verschließen der Kapsel und ein Erwärmen und heißisostatisches Pressen des Pulvers in der Kapsel zu einem dichten homogenen Material.

30 [0005] Dieses PM-Material kann direkt nach entsprechender Wärmebehandlung zur Fertigung von Gegenständen eingesetzt oder vorher einer Warmumformung, zum Beispiel durch Schmieden, unterworfen werden.

[0006] Hochbeanspruchte Schnellarbeitsstahlgegenstände, insbesondere Schneidwerkzeuge mit hoher Standzeit, für eine wirtschaftliche Bearbeitung von Teilen erfordern ein vielschichtiges hohes Eigenschaftsprofil.

35 [0007] Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Schnellarbeitsstahlgegenstand, vorzugsweise einen solchen für ein Hochleistungsschneidwerkzeug, zu schaffen, welcher einen hohen oxidischen Reinheitsgrad, damit ein geringes Rißinitiationspotential und einen gesteigerten Schärfegrad der Schneidkanten aufweist, hohe Härte bei angemessener Zähigkeit und hohe Verschleißfestigkeit im thermisch vergüteten Zustand des Werkstoffes sowie verbesserte Warmhärtewww. hohe Warmfestigkeit besitzt.

40 [0008] Ein weiteres Ziel der Erfindung stellt die Angabe eines Schnellarbeitsstahlgegenstandes zur Verwendung als Werkzeug für eine Hochgeschwindigkeitszerspanung von Werkstoffen ohne Beigabe von Schmiemitteln, insbesondere für eine spanabhebende Bearbeitung von Leichtmetallen und derartigen Legierungen dar.

[0009] Die Angabe wird erfindungsgemäß bei einem Schnellarbeitsstahlgegenstand der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Gegenstand einen hohen Reinheitsgrad mit einem Gehalt und Konfiguration an nichtmetallischen Einschlüssen entsprechend einem Wert K0 von höchstens 3 gemäß Prüfung nach DIN 50 602 aufweist und folgende chemische Zusammensetzung in Gew.-%

45

50

55

Kohlenstoff (C)	1,51	bis 2,5
Silizium (Si)		bis 0,8
Mangan (Mn)		bis 1,5
Chrom (Cr)	3,5	bis 4,5
Wolfram (W)	13,3	bis 15,3
Molybdän (Mo)	2,0	bis 3,0
Vanadin (V)	4,5	bis 6,9
Kobalt (Co)	10,05	bis 12,0
Schwefel (S)		bis 0,52
Stickstoff (N)		bis 0,3
Sauerstoff (N)		max 100 ppm

## EP 1 249 511 A1

mit einem Wert: Mangan minus Schwefel ( Mn- S) von mindestens 0,19, Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente als Rest, mit der Maßgabe besitzt, daß das Verhältnis der Konzentrationen von Wolfram zu Molybdän zwischen 5,2 und 6,5 liegt und daß der Gehalt an Kobalt höchstens 70% des Wertes von Wolfram + Molybdän beträgt.

- 5 [0010] Die mit dem erfindungsgemäßen Gegenstand erzielten Vorteile sind als Summenwirkung im Hinblick auf die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften zu sehen, so wie in bildhafter Darstellung eine Kette nur die Tragkraft ihres schwächsten Gliedes besitzt. Oxidische Einschlüsse sind Fehlstellen mit meist kantiger Struktur und stellen, wie gefunden wurde, ab einer kritischen Größe den Ausgangspunkt von Rissen im auf hohe Härte vergüteten Werkstoff bei einem gegebenenfalls wechselnden Spannungszustand in diesem dar. Weil in einer Matrix mit hoher Warmhärte bzw. 10 Warmfestigkeit eine Rißinitiation durch grobe Oxide im Werkstoff überproportional ansteigt, jedoch, wie sich zeigte, Einschlüsse mit geringem Durchmesser und geringer Längserstreckung wenig wirksam sind, wurde erfindungsgemäß ein Summenkennwert von höchstens 3 bei der Prüfung auf nichtmetallische Einschlüsse nach DIN 50 602 Verfahren K0 als wichtig erkannt.
- 15 [0011] Das ausgezeichnete Eigenschaftsprofil der Legierung nach der Erfindung ergibt sich synergetisch aus der Wechselwirkung der Elemente in ihren jeweiligen Aktivitäten. Wesentlich dabei ist, daß im Schnellarbeitsstahl die Konzentrationswerte Elemente Kohlenstoff, Chrom, Wolfram, Molybdän, Vanadin und Kobalt in engen Grenzen vorliegen und daß der Sauerstoffgehalt einen Höchstwert nicht überschreitet. Der Gehalt an Kohlenstoff ist im Lichte der hohen Affinität der Elemente Wolfram, Molybdän und Vanadin zu diesem zu sehen. Obige Legierungsmetalle bilden stabile Primärkarbide und Sekundärhärtekarbide sind jedoch auch nach Wechselwirkung und jeweiliger Aktivität in den Matrix-Mischkristallen eingelagert.
- 20 [0012] Überschreitet die Kohlenstoffkonzentration einen Wert von 2,5 Gew.-%, tritt eine markante Versprödung des Schnellarbeitsstahlwerkstoffes ein, was bis zur Unbrauchbarkeit des Gegenstandes, zum Beispiel eines Schneidwerkzeuges, führen kann. Geringere Gehalte als 1,51 Gew.-% verringern den Karbidanteil und entscheidend die Verschleißbeständigkeit des Werkstoffes. Erfindungsgemäß beträgt der Kohlenstoffgehalt der Legierung 1,51 bis 2,5 Gew.-%.
- 25 [0013] Die Chromkonzentration mit einem Höchstwert von 4,5 Gew.-% ist dadurch begründet, weil höhere Gehalte zu einem Chromanteil in der Matrix führen, der stabilisierend auf den Restaustenitgehalt beim Härteln wirkt. Bis zu einem Mindestwert von 3,5 Gew.-% Chrom erfolgt durch den Einbau der Legierungsatome im Mischkristall eine gewünschte Verfestigung derselben, so daß erfindungsgemäß ein Gehaltsbereich von 3,5 bis 4,5 Gew.-% im Werkstoff 30 vorgesehen ist.
- 35 [0014] Wolfram und Molybdän weisen eine hohe Kohlenstoffaffinität auf, bilden fast gleichartige Karbide und sind nach vielfach vertretener Meinung der Fachwelt auf Grund des jeweiligen Atomgewichtes massengehältnismäßig 2 zu 1 austauschbar. Es wurde überraschenderweise gefunden, daß diese Austauschbarkeit nicht vollkommen gegeben ist, sondern durch die jeweilige Aktivität dieser Legierungselemente die Mischkarbiddbildung und der Anteil der Elemente im Mischkristall steuerbar sind, worauf bei der Erörterung der Warmfestigkeit des Schnellarbeitsstahles noch näher eingegangen wird.
- 40 [0015] Vanadin ist einer der stärksten Monokarbidbildner, dessen Karbide sich durch hohe Härte auszeichnen und die besondere Verschleißfestigkeit des Werkstoffes begründen. Die Verschleißfestigkeit wird durch die feine Ausbildung und eine im wesentlichen homogene Verteilung der Monokarbide, wie diese durch eine pulvermetallurgische Herstellung des Werkstoffes erstellt wird, gefördert. insbesondere Vanadin, aber auch die Elemente Wolfram und Molybdän sind bei hohen Temperaturen teilweise in Lösung zu bringen, was nach einem forcierten Abkühlen des Gegenstandes ein wesentliches Sekundärhärtepotsial durch Ausscheidung feinst verteilter vanadinreicher Sekundärkarbide durch Anlaßbehandlungen erbringt und auf die Warmfestigkeit des Werkstoffes vorteilhaft wirksam ist. Höhere Gehalte als 6,9 Gew.-% Vanadin bedingen entweder höhere Kohlenstoffgehalte der Legierung, wodurch diese versprödet oder es erfolgt eine Abreicherung und eine Verminderung der Festigkeit, insbesondere Verminderung der Warmfestigkeit der Matrix. Vanadinkonzentrationen unter 4,5 Gew.-% führen zu einer signifikanten Verschlechterung des Verschleißverhaltens des vergüteten Teiles.
- 45 [0016] Kobalt ist im Schnellarbeitsstahl kein karbidbildendes Element, verfestigt jedoch die Matrix und fördert wesentlich die thermische Beständigkeit des Gegenstandes. Hohe Kobaltgehalte von mehr als 12,0 Gew.-% wirken im gegebenen Schnellarbeitsstahl versprödend auf die Grundmasse des Werkstoffes, wohingegen geringere Konzentrationen als 10,05 Gew.-% eine deutliche Verringerung der Matrixhärte bei erhöhter Temperatur bewirken.
- 50 [0017] Kobalt in den erfindungsgemäß vorgesehenen Grenzen von 10,05 bis 12,0 Gew.-% bewirkt auf Grund des hohen Diffusionskoeffizienten, daß beim Anlassen des gehärteten Teiles der verstärkten Keimbildung wegen, die Diffusionsvorgänge erleichtert und somit die Sekundärkarbidausscheidungen in großer Zahl und großer Menge fein verteilt ausgebildet werden, zudem nur langsam vergrößern und vorteilhaft auf die Matrixfestigkeit, insbesondere bei hoher Temperatur, wirksam sind.
- 55 [0018] Die feinen Sekundärkarbide, die dem Werkstoff im vergüteten Zustand hohe Härte und Festigkeit verleihen, werden durch Diffusionsvorgänge bei hohen Anwendungstemperaturen vergrößert bzw. es erfolgt eine Koagulation.

## EP 1 249 511 A1

Durch einen hohen Wolframgehalt in der Legierung und konsequenterweise in den Sekundärkarbiden ergibt sich der Größe der Wolframatome wegen ein kleinerer Diffusionskoeffizient gegenüber den Elementen Molybdän und Vanadin, so daß eine wesentlich langsamere Vergrößerung und Stabilisierung des Systems bei hoher Temperatur, wie gefunden wurde, auch bei Mischkarbiden erfolgt. Der erfindungsgemäße Wolframanteil von 13,3 bis 15,3 Gew.-% sichert

5 bei den vorgegebenen Gehalten der weiteren stark karbidbildenden Elemente eine geringe Neigung zur Vergrößerung der Sekundärhärtekarbide bei erhöhten Temperaturen und somit einen geringen Karbidteilchenabstand langzeitig, was die Versetzungen im Matrixgitter blockiert und eine Erweichung des Materials dilatiert. Der Werkstoff bleibt auch bei hohen thermischen Belastungen länger hart, besitzt also eine erhöhte Warmfestigkeit.

[0019] Dem Molybdän kommt bei der Reaktionskinetik bzw. der Mischkarbidbildung eine wesentliche Bedeutung zu, wobei ein Gehalt von 2,0 bis 3,0 als erfindungsgemäß wirksam ermittelt wurde.

[0020] Ein Höchstgehalt von 100 ppm Sauerstoff ist im Hinblick auf die Anzahl der nichtmetallischen Einschlüsse und das Eigenschaftsprofil des Werkstoffes bei den Beanspruchungen vorgesehen.

[0021] Von wesentlicher Bedeutung für eine hohe Warmfestigkeit des vergüteten Werkstoffes ist das Verhältnis der Konzentrationen von Wolfram und Molybdän und die auf diese Elemente abgestimmte Kobaltkonzentration. Bei Werten 15 von Wolfram zu Molybdängehalten von 5,2 bis 6,5 ist die Geschwindigkeit der Sekundärkarbid-Teilchenvergrößerung und damit ein Härteabfall des Werkstoffes bei hohen Temperaturen minimiert, wobei ein geringerer Gehalt als 70 % Kobalt, gemessen an der Wolfram + Molybdänkonzentration, eine Vermehrung der Keimstellen für eine Bildung von Sekundärkarbiden bewirkt und dadurch eine feindisperse Verteilung derselben fördert, was insgesamt eine hohe Warmfestigkeit des Schnellarbeitsstahlgegenstandes sicherstellt.

20 [0022] Silizium in der Legierung wirkt zwar mischkristallverfestigend und desoxidierend, sollte jedoch aus Gründen der Härtbarkeit des Werkstoffes einen Gehalt von 0,8 Gew.-% nicht überschreiten.

[0023] Mangan kann zwar das Härteverhalten des Werkstoffes beeinflussen, ist jedoch vornehmlich gemeinsam mit dem Schwefelgehalt zu sehen, wobei Schwefel und Mangan als die Bearbeitbarkeit des Stahles verbessende Elemente infolge Sulfideinschlußbildung anzusehen sind. Bei vorzugsweise geringen Mangangehalten im Stahl sollte der Wert: Mangan minus Schwefel 0,19 nicht unterschritten werden, weil dadurch Warmumformprobleme und abgesenkte Materialeigenschaften bei hohen Verwendungstemperaturen entstehen können.

25 [0024] Stickstoff kann infolge einer Bildung von bei hohen Temperaturen schwer löslichen Karbonitriden im erfindungsgemäßen Werkstoff günstige Wirkung auf eine Verbesserung der Warmfestigkeit besitzen, sollte aber nur bis zu einem Gehalt von 0,2 Gew.-% zulegiert sein, um Herstellungsprobleme zu vermeiden.

30 [0025] In Ausgestaltungen der Erfindung zur weiteren Verbesserung der Gebrauchseigenschaften des Schnellarbeitsstahles kann dieser unter Zugrundelegung obiger Zusammensetzung ein oder mehrere Element(e) mit folgendem (n) Konzentrationswert(en) in Gew.-% besitzen.

35	C      1,75 bis 2,38 Si     0,35 bis 0,75 Mn    0,28 bis 0,54 Cr    3,56 bis 4,25 W    13,90 bis 14,95 Mo   2,10 bis 2,89 V    4,65 bis 5,95 Co   10,55 bis 11,64 N    0,018 bis 0,195
40	

45 [0026] Bei einer derartig elementspezifischen Einschränkung der chemischen Zusammensetzung können einzelne Eigenschaften des Werkstoffes besonders gefördert werden.

[0027] Eine weitere Einengung des Konzentrationsbereiches von Legierungskomponenten kann zur gezielten Werkstoffausrichtung für besondere Anwendungsfälle vorteilhaft nutzbar sein, wobei der Gegenstand basierend auf der erstgenannten Zusammensetzung ein oder mehrere Element(e) mit folgendem(n) Konzentrationswert(en) in Gew.-% besitzt

55	C      1,69 bis 2,29 Si     0,20 bis 0,60 Mn    0,20 bis 0,40 Cr    3,59 bis 4,19 W    13,60 bis 14,60 Mo   2,01 bis 2,80
----	--

## EP 1 249 511 A1

(fortgesetzt)

V	4,55 bis 5,45
Co	10,40 bis 11,50
N	0,02 bis 0,1
(O)	max 90 ppm

5

[0028] Das weitere Ziel der Erfindung wird erreicht durch eine Verwendung eines Schnellarbeitsstahl-Schneidwerkzeuges mit hoher Warmfestigkeit und Zähigkeit, welches pulvermetallurgisch durch Zerteilung eines flüssigen Metallstromes einer Legierung mit Stickstoff zu Metallpulver und Kompaktieren des Pulvers bei hoher Temperatur unter allseitigem Druck hergestellt und gegebenenfalls warmverformt ist, einen hohen Reinheitsgrad mit einem Gehalt und Konfiguration an nichtmetallischen Einschlüssen entsprechend einem Wert K0 von höchstens 3 gemäß Prüfung nach DIN 50 602 aufweist und folgende chemische Zusammensetzung in Gew.-%

15

C	1,51 bis 2,5
Si	bis 0,8
Mn	bis 1,5
Cr	3,5 bis 4,5
W	13,3 bis 15,3
Mo	2,0 bis 3,0
V	4,5 bis 6,9
Co	10,05 bis 12,0
S	bis 0,52
N	bis 0,2
O	max 100 ppm

10

20

25

mit einem Wert: Mangan minus Schwefel ( Mn-S ) von mindestens 0,19, Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente als Rest, mit der Maßgabe besitzt, daß das Verhältnis der Konzentrationen von Wolfram zu Molybdän zwischen 5,2 und 6,5 liegt und daß der Gehalt an Kobalt höchstens 70 % des Wertes von Wolfram + Molybdän beträgt, für eine Hochgeschwindigkeitszerspanung ohne Schmiermittel von Werkstoffteilen, insbesondere aus Leichtmetallen, und derartigen Legierungen. Bei derartigen Anforderungen hat sich gezeigt, daß besonders große Standzeiterhöhungen bei erschwerten Bedingungen durch den Einsatz von erfindungsgemäßen Werkzeugen erreichbar sind, was insbesondere wirtschaftliche Vorteile bei einer spanenden Bearbeitung erbringen kann.

30

[0029] Anhand von vergleichenden Erprobungen soll die Erfindung näher erläutert werden.

35

[0030] Aus Tabelle 1 sind die chemische Zusammensetzung eines erfindungsgemäßen Schnellarbeitsstahlgegenstandes und jene von Vergleichswerkstoffen ersichtlich.

40

[0031] In Fig. 1 werden die Anlaufkurven der Werkstoffe gezeigt. Die Probengeometrie und die Wärmebehandlungsbedingungen waren wir folgt:

Probengeometrie: Halbscheiben Rd 30 x 10 mm

Austenitisierung im Vakuum bei 1210 °C

Abschreckung im Stickstoffstrom

45

Anlassen: 3 x 2h

[0032] Fig. 2 zeigt vergleichend die Biegebruchfestigkeit der Werkstoffe im 4-Punkt Biegeverfahren bei folgenden Probendaten.

Die Erprobung erfolgte gemäß den in Fig. 2a dargestellten und nachfolgend angegebenen Bedingungen.

50

Probengeometrie:

Rundprobe Rd 5,0 mm

Gehärtet im Vakuum bei 1210 °C

Anlassen: 3 x 2h

55

[0033] In Fig. 3 ist der Verlauf der Warmhärte der Werkstoffe bei 650 °C in logarithmischer Abhängigkeit der Zeit dargestellt, wobei alle Proben annähernd dieselbe Ausgangshärte von 67 bis 68 HRC aufwiesen. Die Warmhärteprüfung erfolgte mittels eines vom Werkstoff-Kompetenzzentrum Leoben entwickelten dynamischen Verfahrens (Zeit-

## EP 1 249 511 A1

schrift für Metallkunde 90 (1999) 8, 637)

[0034] Aus einem Vergleich der Erprobungsergebnisse kann ersehen werden, daß die Härte-Anlaßkurven (Fig. 1) der verschiedenen Werkstoffe eng beieinander liegen und daß bei einer Anlaßtemperatur oberhalb von 570°C die Legierung 1 die höchsten Härtewerte erbringt.

5 [0035] Obwohl der erfindungsgemäße Werkstoff die höchste Biegebruchzähigkeit aufweist ( Fig. 2), sind die Unterschiede zu den Vergleichsmaterialien nicht wesentlich ausgeprägt.

[0036] Bei einem Vergleich der Warmhärte der Schnellarbeitsstahlwerkstoffe ( Fig. 3) ist eine deutliche Überlegenheit des erfindungsgemäß zusammengesetzten Gegenstandes zu erkennen.

10 [0037] Diese hohe Warmhärte und der besondere oxidische Reinheitsgrad des Werkstoffes bewirken, daß im praktischen Einsatz bei einer Hochgeschwindigkeits-Trockenbearbeitung mit unterbrochenem Schnitt von Gußstücken aus einer Aluminium-Silizium-Legierung eine um 38 % verbesserte Standzeit des Schneidwerkzeuges festgestellt wurde, wobei der Verschleiß hauptsächlich auf vermehrte Ansammlungen von Silizium in den Al-Si-Legierungen zurückzuführen war.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

## EP 1 249 511 A1

Chem. Zusammensetzung des erfindungsgemäßen Schnellarbeitsstahles und der Vergleichslegierungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Zusammen- setzung %	C	W	Mo	V	Co	Si	Mn	S	N	O	Mn - S	W / Mo
Legierung 1	2,30	6,32	6,52	6,15	10,30	0,62	0,28	0,002	0,074	0,007	0,28	0,97
Legierung 2	3,40	10,00	4,80	9,50	8,50	0,61	0,38	0,016	0,050	0,020	0,36	2,08
Legierung 3	2,15	13,00	0,00	6,20	9,90	0,73	0,28	0,008	0,067	0,020	0,27	/
Legierung 4	2,10	14,00	5,70	5,30	11,40	0,31	0,27	0,006	0,039	0,012	0,26	2,46
Legierung gemäß Erfindung	2,00	14,30	2,50	5,00	11,00	0,40	0,30	0,018	0,050	0,007	0,28	5,72

Tabelle 1

EP 1 249 511 A1

### **Patentansprüche**

1. Schnellarbeitsstahlgegenstand mit hoher Warmfestigkeit und Zähigkeit, der pulvermetallurgisch durch Zerteilung eines flüssigen Metallstromes einer Legierung mit Stickstoff zu Metallpulver und Kompaktieren des Pulvers bei hoher Temperatur unter allseitigem Druck hergestellt und gegebenenfalls warmverformt ist, insbesondere Schnidwerkzeug, welcher Gegenstand einen hohen Reinheitsgrad mit einem Gehalt und Konfiguration an nichtmetallischen Einschlüssen entsprechend einem Wert  $K_0$  von höchstens 3 gemäß Prüfung nach DIN 50 602 aufweist und folgende chemische Zusammensetzung in Gew.-%

Kohlenstoff (C)	1,51 bis 2,5
Silizium (Si)	bis 0,8
Mangan (Mn)	bis 1,5
Chrom (Cr)	3,5 bis 4,5
Wolfram (W)	13,3 bis 15,3
Molybdän (Mo)	2,0 bis 3,0
Vanadin (V)	4,5 bis 6,9
Kobalt (Co)	10,05 bis 12,0
Schwefel (S)	bis 0,52
Stickstoff (N)	bis 0,2
Sauerstoff (O)	max. 100 ppm

mit einem Wert: Mangan minus Schwefel ( Mn-S) von mindestens 0,19 Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente als Rest, mit der Maßgabe besitzt, daß das Verhältnis der Konzentrationen von Wolfram zu Molybdän zwischen 5,2 und 6,5 liegt und daß der Gehalt an Kobalt höchstens 70% des Wertes von Wolfram + Molybdän beträgt.

2. Schnellarbeitsstahlgegenstand nach Anspruch 1, welcher ein oder mehrere Element(e) mit folgendem(n) Konzentrationswert(en) in Gew.-% besitzt(en)

C	1,75 bis 2,38
Si	0,35 bis 0,75
Mn	0,28 bis 0,54
Cr	3,56 bis 4,25
W	13,90 bis 14,95
Mo	2,10 bis 2,89
V	4,65 bis 5,95
Co	10,55 bis 11,64
N	0,018 bis 0,195

3. Schnellarbeitsstahlgegenstand nach Anspruch 1, welcher ein oder mehrere Element(e) mit folgendem(n) Konzentrationswert(en) in Gew.-% besitzt (en)

C	1,69 bis 2,29
Si	0,20 bis 0,60
Mn	0,20 bis 0,40
Cr	3,59 bis 4,19
W	13,60 bis 14,60
Mo	2,01 bis 2,80
V	4,55 bis 5,45
Co	10,40 bis 11,50
N	0,02 bis 0,1
(O)	max 90 ppm

- #### 4. Verwendung eines Schnellarbeitsstahl-Schneidwerkzeuges mit hoher Warmfestigkeit und Zähigkeit, welches pul-

## EP 1 249 511 A1

vermetallurgisch durch Zerteilung eines flüssigen Metallstromes einer Legierung mit Stickstoff zu Metallpulver und Kompaktieren des Pulvers bei hoher Temperatur unter allseitigem Druck hergestellt und gegebenenfalls warm-verformt ist, einen hohen Reinheitsgrad mit einem Gehalt und Konfiguration an nichtmetallischen Einschlüssen entsprechend einem Wert K0 von höchstens 3 gemäß Prüfung nach DIN 50 602 aufweist und folgende chemische Zusammensetzung in Gew.-%

5

10

C	1,51 bis 2,5
Si	bis 0,8
Mn	bis 1,5
Cr	3,5 bis 4,5
W	13,3 bis 15,3
Mo	2,0 bis 3,0

15

20

V	4,5 bis 6,9
Co	10,05 bis 12,0
S	bis 0,52
N	bis 0,2
O	max 100 ppm

25

mit einem Wert: Mangan minus Schwefel ( Mn-S ) von mindestens 0,19, Eisen und herstellungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente als Rest, mit der Maßgabe besitzt, daß das Verhältnis der Konzentrationen von Wolfram zu Molybdän zwischen 5,2 und 6,5 liegt und daß der Gehalt an Kobalt höchstens 70 % des Wertes von Wolfram + Molybdän beträgt, für eine Hochgeschwindigkeitsabspannung ohne Schmiermittel von Werkstoffteilen, insbesondere aus Leichtmetallen und derartigen Legierungen.

30

35

40

45

50

55

EP 1 249 511 A1

## Härte - Anlass - Kurven

Probengeometrie: Halbscheiben Rd 30 x 10 mm  
Austenitisierung im Vakuum bei 1210°C  
Abschreckung im Stickstoffstrom  
Anlassen: 3 x 2 h

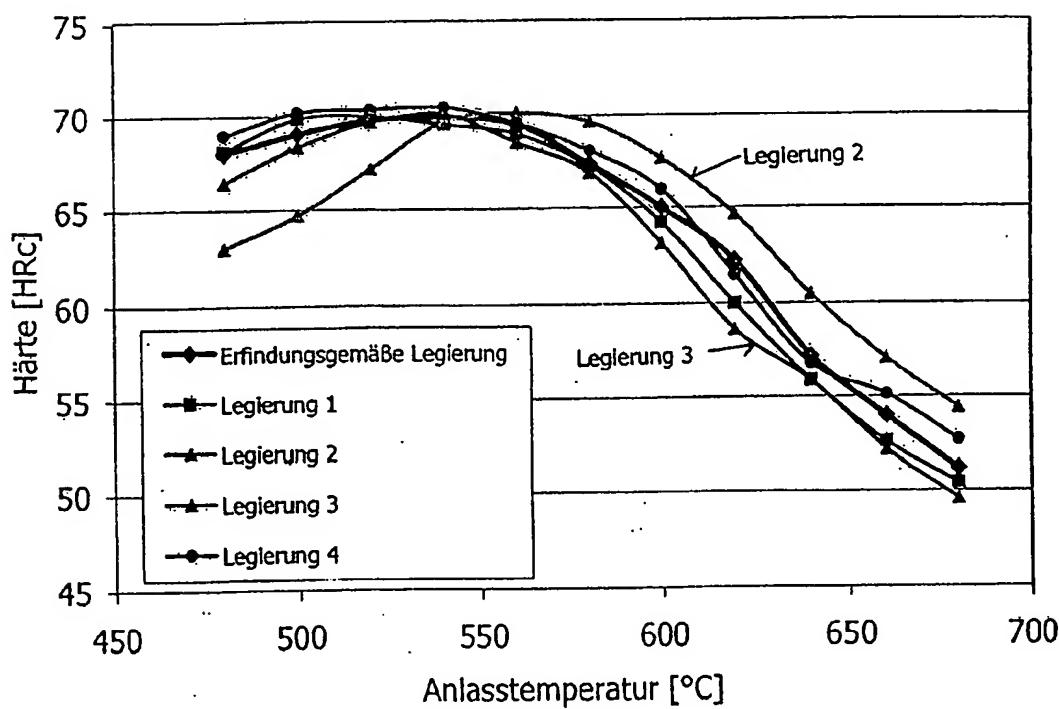
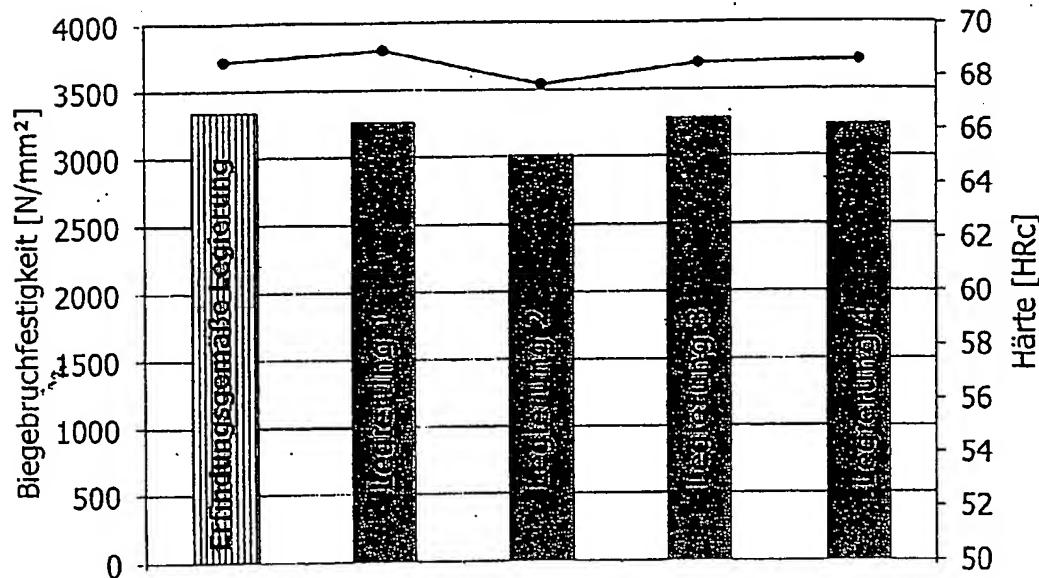
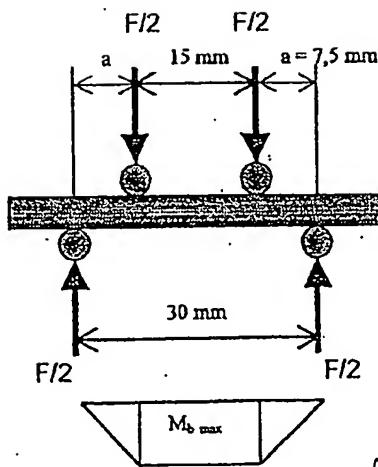


Fig . 1

EP 1 249 511 A1

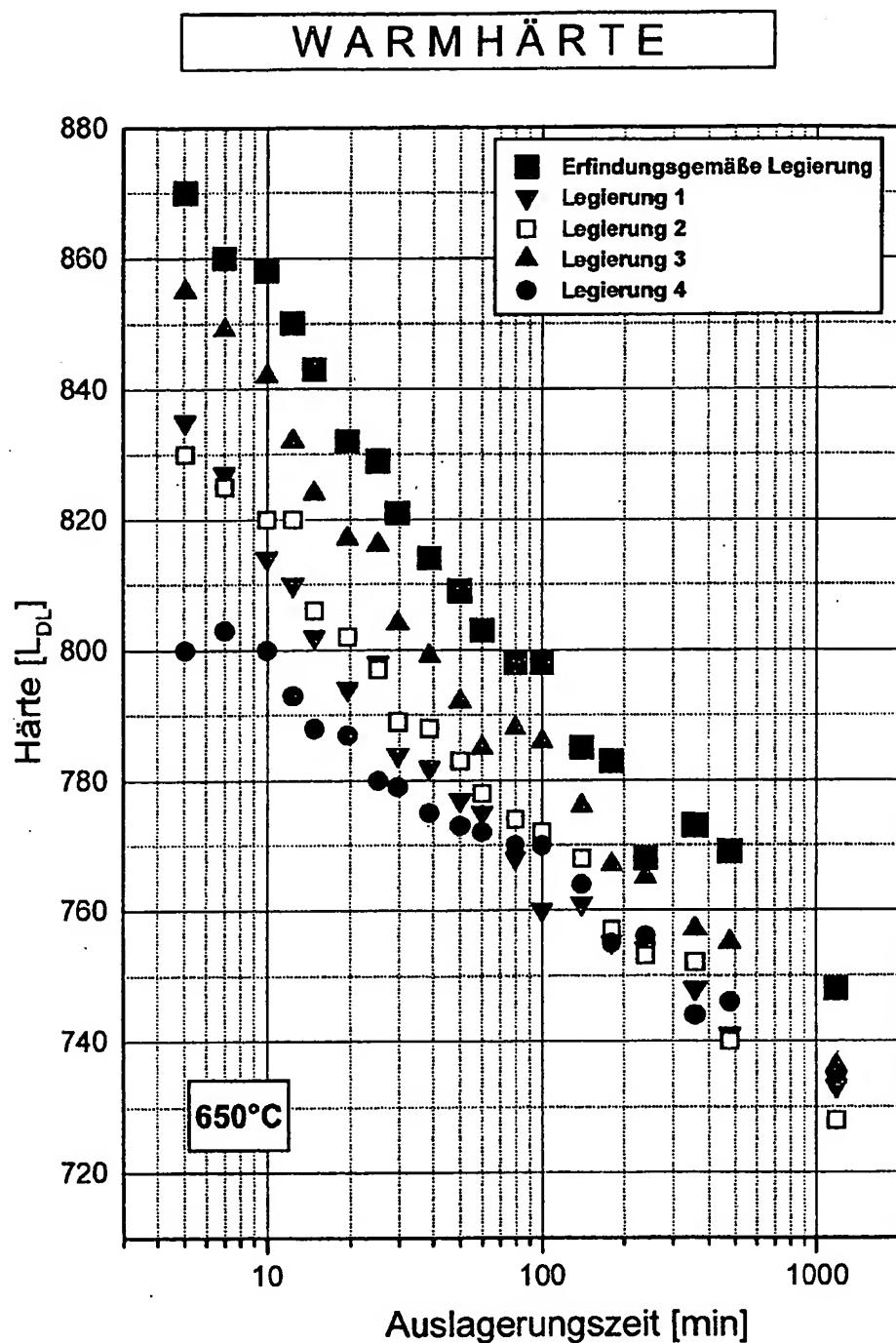
## Werte aus 4-Punkt-Biegeversuch

Probengeometrie:  
 Rundprobe Rd 5,0 mm  
 Gehärtet im Vakuum bei 1210°C;  
 Anlassen 3 x 2 h

Fig. 2Fig. 2a

BEST AVAILABLE COPY

EP 1 249 511 A1

Fig. 3

EP 1 249 511 A1

Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 89 0331

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 13, 30. November 1999 (1999-11-30) & JP 11 222655 A (DAIDO STEEL CO LTD), 17. August 1999 (1999-08-17) * das ganze Dokument *	1-4	C22C33/02 C22C38/22 C22C38/30
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 246 (C-0722), 25. Mai 1990 (1990-05-25) & JP 02 066139 A (DAIDO STEEL CO LTD), 6. März 1990 (1990-03-06) * Zusammenfassung *	1-4	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 589 (C-1124), 27. Oktober 1993 (1993-10-27) & JP 05 171375 A (DAIDO STEEL CO LTD), 9. Juli 1993 (1993-07-09) * Zusammenfassung *	1-4	
X	DATABASE METADEX 'Online! MATERIALS INFORMATION, THE INSTITUTE OF METALS, LONDON, GB; OZAKI, K. ET AL: "Effect of W-Mo Balance on Properties of High Alloy PM High Speed Tool Steel." retrieved from STN Database accession no. 1991(3):31-1373 XP002201959 * Zusammenfassung * & DENKI SEIKO (ELECTRIC FURNACE STEEL) (DEC. 1989) 60, (4), 333-342 ISSN: 0011-8389,	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C22C
-/-			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Rechercheort <b>MÜNCHEN</b>	Abschlußdatum der Recherche <b>27. Juni 2002</b>	Prüfer <b>Rolle, S</b>	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : dor Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendiffektum, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : In der Anmeldung angeführtes Dokument I : aus anderen Gründen angeführtes Dokument A : Mitglied der gleichen Patentfamilie, Chancenstimmendes Dokument	
<small>EP01 09 02 (PMD/C)</small>			

EP 1 249 511 A1

Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 89 0331

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrift Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 4 121 929 A (KAWAI NOBUYASU ET AL) 24. Oktober 1978 (1978-10-24) * Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 2, Zeile 59 *	1-4	
A	US 5 525 140 A (WISELL HENRY) 11. Juni 1996 (1996-06-11) * Zusammenfassung *	1-4	
RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abgeschl. Datum der Recherche	Prüfer	
MÜNCHEN	27. Juni 2002	Rolle, S	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

## EP 1 249 511 A1

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 89 0331

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Orientierung und erfolgen ohne Gewähr.

27-06-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 11222655	A	17-08-1999	KEINE			
JP 02066139	A	06-03-1990	JP	2689513 B2		10-12-1997
JP 05171375	A	09-07-1993	KEINE			
US 4121929	A	24-10-1978	JP	1176339 C	14-11-1983	
			JP	52097320 A	16-08-1977	
			JP	57054539 B	18-11-1982	
			DE	2705052 A1	18-08-1977	
			SE	416142 B	01-12-1980	
			SE	7701490 A	13-08-1977	
US 5525140	A	11-06-1996	SE	500008 C2	21-03-1994	
			AT	149391 T	15-03-1997	
			AU	2405892 A	02-03-1993	
			DE	69217958 D1	10-04-1997	
			DE	69217958 T2	26-06-1997	
			EP	0598782 A1	01-06-1994	
			JP	6509842 T	02-11-1994	
			SE	9102300 A	08-02-1993	
			WO	9302820 A1	18-02-1993	

EPO FORM P 0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82